

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日:

2004年2月26日(26.02.2004)

PCT

(10) 国际公布号:

WO 2004/017030 A1

(51) 国际分类号⁷: G01G 11/14

(21) 国际申请号: PCT/CN2003/000680

(22) 国际申请日: 2003年8月14日(14.08.2003)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
02128861.5 2002年8月16日(16.08.2002) CN

(71) 申请人(对除美国以外的所有指定国): 清华大学
(TSINGHUA UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市
海淀区清华大学, Beijing 100084 (CN)。

(72) 发明人: 及

(75) 发明人/申请人(仅对美国): 梁漫春(LIANG, Manchun)
[CN/CN]; 张志强(ZHANG, Zhikang) [CN/CN];
衣宏昌(YI, Hongchang) [CN/CN]; 林谦(LIN, Qian)
[CN/CN]; 钱永庚(QIAN, Yonggeng) [CN/CN]; 中国
北京市海淀区清华园清华大学工程物理系, Beijing
100084 (CN)。

BEIJING OFFICE); 中国北京市金融大街27号投资
广场A座10层, Beijing 100032 (CN)。

(81) 指定国(国家): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CO, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,
LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,
PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,
ZM, ZW

(84) 指定国(地区): ARIPO专利(CH, GM, KE, LS, MW,
MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚专利(AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲专利(AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), OAPI专利(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

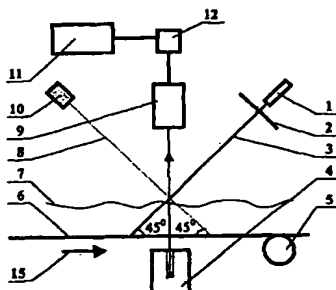
本国际公布:
— 包括国际检索报告。

(74) 代理人: 永新专利商标代理有限公司北京办事处(NTD
PATENT & TRADEMARK AGENCY LTD.,

所引用双字母代码和其它缩写符号, 请参考刊登在每期
PCT公报期刊起始的“代码及缩写符号简要说明”。

(54) Title: EQUIPMENT FOR ON-LINE MEASURING THE WEIGHT OF MATERIAL

(54) 发明名称: 在线测量物料重量的装置



(57) **Abstract:** An equipment for on-line measuring the weight of material, including: an light emitting unit for emitting light beam irradiating the surface of the material conveyed on conveyorbelt so as to form a bright line which has the same shape as the top outline of the section of this material; a CCD camera for consecutively shooting the images of the top outline of the section of this material; a image picking-up unit connected with the CCD camera for consecutively picking up the images shot; and a central processing unit connected with the image picking-up unit for processing the image information picked-up so as to obtain the weight of the material by means of calculating.

[见续页]



(57) 摘要

一种在线测量物料重量的装置，包括：一个发光单元，用于发出光束，以照在输运带上所传送的物料的表面，形成与该物料截面的上轮廓形状一样的亮线；一个 CCD 摄像头，用于连续拍摄该物料截面上轮廓亮线的图像；一个图像采集单元，与 CCD 摄像头连接，用于连续采集拍摄到的图像；和一个中央处理单元，与图像采集单元相连，用于处理所采集到的图像信息，以计算得到该物料的重量。

在线测量物料重量的装置

技术领域

本发明涉及一种在线测量物料重量的装置，尤其涉及对输运带上输送的物料重量进行动态测量的装置。

背景技术

目前，应用较多的输运带输送物料计量设备有电子秤和核子秤两种。

二者共同之处在于都要检测输运带上物料荷重和皮带的速度信号，然后将两个信号相乘得到瞬时流量，再经积分或累加运算得到一段时间内输送物料重量的累计值。

不同之处在于：

电子秤为接触式测量，通过压力传感器，测量设定长度的皮带某区域上的物料重量来确定荷重信号。在大流量情况下，准确度比较高。但当输运带运动速度较高时，测量精度会明显下降。同时多数电子秤(特别是准确度稍高的秤)秤架庞大、机械结构复杂。由于是接触式测量，如皮带张力变化、皮带硬度变化、皮带跑偏等都会对称量准确度造成很大的影响。因此电子秤需要精心维护才能维持稳定的准确度。

核子秤为非接触式测量，通过物料对射线的吸收来确定荷重信号，具有体积小，维护要求低，性能稳定等特点。但在大流量、高负荷的情况下，由于放射源强度的限制，透过物料被探测器接收的射线强度过低，这会影响测量准确度。同时物料特性的变化，如品种、成分、含水量、以及在输运带上截面形状的变化也都会对测量准确度有影响。因而，总体来说核子秤的精度不高。此外，为了保证核子秤的正常使用，往往还需要烦琐的标定。

核子秤和电子秤虽然各有优劣，但都不能充分满足冶金、化工、采矿等行业对高精度、高可靠性的要求。因而寻求一种精度高、稳定性好、且易使用、易维护的在线称重装置，是当务之急。

发明内容

本发明的一个目的是针对接触式在线称重装置过分依赖机械结构稳定性的问题，和非接触式装置如核子秤的缺点，提出一种结构简单的非接触式在线测量物料重量的装置。

本发明的另一个目的在于使该在线称重装置既可以在物料堆积

密度变化不大的情况下使用，也可以在物料堆积密度变化较大且需要测量精度高的情况下使用，还适用于速度变化的输运带。

为了实现上述第一个目的，本发明所提供的在线测量物料重量的装置包括：一个发光单元，用于发出光束，以照在输运带上所传送的物料的表面，形成与物料形状一样的亮线；一个 CCD 摄像头，用于连续拍摄该物料截面上轮廓亮线的图像；一个图像采集单元，与 CCD 摄像头连接，用于连续采集拍摄到的图像；和一个中央处理单元，与图像采集单元相连，用于处理所采集到的图像信息，计算得到该物料的重量。

为了实现第二个目的，给上述发明增加了速度传感器和 γ 射线发射和探测装置。

附图简述

以下将结合附图对本发明进行进一步的描述，其中：

图 1 是本发明典型设计的结构示意图。

图 2 是本发明激光光源结构示意图。

图 3 是本发明典型设计的电路原理框图。

发明详述

下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细描述。

图 1 是本发明典型设计的结构示意图。该图是从输运带侧面所看到的摄像头、激光器、 γ 射线发射以及探测装置的几何关系和摆放位置。如图所示，典型设计结构包括：激光光源部分、CCD 摄像头、速度传感器、 γ 射线源、 γ 射线探测装置五大部分。

激光光源部分由点光斑激光器 1 和玻璃棒 2 构成，其目的是生成扇形面线光斑激光束 3，该激光光束与输运带 6 之间成 45° 角。其详细示意图如图 2 所示。CCD 摄像头 10 选用普通 320×240 像素的面阵 CCD，用来实现图像获取功能，并将其转换成视频信号。视频信号通过图像采集卡输送给计算机。每幅采集的图像都包含物料的截面形状信息。CCD 摄像头的光轴 8 与输运带 6 的夹角为 45° 角，这样 CCD

摄像头 10 的光轴与扇形面线光束 3 相互垂直。速度传感器 5 是装在输运带传动轴上的市售霍尔器件，用以测量输运带沿运动方向 15 运动时的速度，输出信号为 0 到 5V 的电压脉冲信号，该信号由微处理器 11 采集处理。 γ 射线发射、探测装置包括：置于输运带下方的 γ 射线放射源及其容器 4，置于输运带上方的 γ 射线探测器 9 和 γ 射线信号处理电路 12。其中， γ 射线放射源选用点放射源 ^{137}Cs ，经过准直得到窄束 γ 射线； γ 射线信号处理电路 12 将探测到的 γ 射线信号送入微处理器，以供物料密度计算之用。

图 2 是激光光源部分示意图。其中点光斑激光器 1 光功率为 5mW，光斑直径在一米内小于 3mm，它经垂直于该点光斑激光束的玻璃棒 2 扩束后形成扇形面线光斑激光束 3。所述玻璃棒 2 的直径约为 4mm。该激光束 3 投射在参考平面 14 上就形成了线光斑 13。在本发明中，此线光斑 13 投射到输运带上，在物料截面的整个上轮廓形成亮线，所以线光斑 13 应大于物料的最大宽度，以照亮物料截面的完整轮廓。

图 3 为本发明典型设计的电路原理框图。计算机 24 选用工业控制中使用的工控机。计算机 24 通过一个普通图像采集卡 25 从 CCD 摄像头 10 中采集图像。计算机 24 与微处理器 21 之间使用串行通信方式传递数据。微处理器 21 选用 89C51，它可以同时测量 γ 射线的通量密度和输运带 6 的速度 v ，其中微处理器 21 和工控计算机 24，同属于信号采集、处理部分，二者也可视为一个整体，以中央处理单元形式存在。 γ 射线探测器 9 由依次紧靠的 NaI (Tl) 闪烁晶体 16、光电倍增管 17，以及前置放大器 18 构成，其中的 NaI (Tl) 闪烁晶体 16，用于接收从输运带上的物料中透射过的 γ 射线，并产生与 γ 射线能量相对应的光信号；光电倍增管 17，用于将来自闪烁晶体的光信号转换为电信号；前置放大电路 18，用于将该光电倍增管得到的电信号在放大处理后，提供给 γ 射线信号处理电路 12。光电倍增管 17 由 0-1000V 可控高压直流电源 23 供电。D/A 转换器 22 在微处理器 21 控制下调节电源供电电压，起到 γ 信号能谱稳峰的作用。 γ 射线信号处

理电路 12 由依次串联的基线恢复器 19, 单道分析器 20 构成。前置放大器 18、基线恢复器 19 和单道分析器 20 的电路请见 1983 原子能出版社出版的王经瑾等编的《核电子学》一书。

下面结合图 1 详细描述本发明实现重量测量的具体实施过程。

在实际测量前, 需要对本装置进行光学成像系统的参数标定。首先, 在输运带上没有物料的情况下, 利用 CCD 摄像头 10 拍摄下投射到输运带 6 上的光斑图像, 确定出输送带表面轮廓形状和位置, 作为物料下轮廓。在有物料时, 拍摄到的图像光斑位置 (灰度最小的像素) 就是物料截面的上轮廓。计算机统计出上下轮廓之间的像素数 N 。从图 1 可知, CCD 摄像头 10 与激光光束 3 相互垂直, 所以上下轮廓之间的像素数 N 和实际物料截面面积 S 成正比关系, 通过实物标定可以确定它们的比例系数 A 。实际测量时根据比例系数 A 和物料上下轮廓线之间的像素数 N 可计算出物料截面的实际面积 S 。

如果本发明装置在物料堆积密度变化较大且需要测量精度高的情况下使用, 那么就需要加入 γ 射线发射、探测装置。因此在实际测量前还要标定没有物料时, γ 射线的通量密度 I_0 。

在实际测量时, CCD 摄像头 10 以一定的频率进行图像获取, 通过图像采集卡将图像信息输送给计算机。设一段时间 T 内, 进行了 N 次采样, 第 i 次物料上下轮廓之间的像素为 N_i 。再利用预先标定好的比例系数 A , 计算出实际的物料截面积 S_i 。光轴 8 与扇形光束 3 的夹角、扇形光束 3 与输运带 6 底平面的夹角都与所述比例系数 A 有关, 若测量中二者或二者之一发生变化, 比例系数 A 都要重新标定。设这第 i 次采样时输运带的运动速度为 v_i , 那么 T 时间内, 经过测量点的物料堆积体积 $V = \sum_{i=1}^N (v_i S_i)$, 如果预先已测得物料的堆积密度近似为一常量 ρ , 则 T 时间内, 经过测量点的物料质量 M 为 $M = \rho V$, 其重量 $W = Mg = \rho g \sum_{i=1}^N (v_i S_i)$, 其中 g 为重力加速度。

在物料堆积密度变化不大或者需要测量精度不高的情况下, 堆积密度 ρ 可以通过实物标定方法近似得到一个常值。

在测量物料堆积密度存在较大的波动且要求测量精度较高时，为提高测量准确性，就需要增加 γ 射线发射、探测装置，具体包括 γ 射线放射源 4， γ 射线探测器 9 以及 γ 信号处理电路 12。利用 γ 射线透射物料的衰减规律，可以测量出 γ 射线测量点处物料的质量厚度。实时测量有物料时 γ 射线的通量密度为 I ，根据预先标定的 γ 射线的通量密度 I_0 ，可以计算出物料的质量厚度 ρd 为： $\rho d = K(\ln I_0 - \ln I)$ ，其中 ρd 的单位一般为克/cm²，常系数 K 可以通过实物测量标定。在计算机分析图像时，可以统计出在 γ 射线测量点处物料的平均堆积厚度 d ，则物料的堆积密度 ρ 为： $\rho = \rho d / d = K(\ln I_0 - \ln I) / d$ ，再利用 $W = Mg = \rho Vg$ 就可以精确计算出一段时间内经过测量点的物料重量。

在实施时，也可以不用激光源而采用其他光源，不用扇形面线光斑光束而采用其他光斑形状的光束进行体积测量。

有益效果

通过上面结合附图对本发明的描述，可以清楚地看到：由于本发明提供的在线称重装置属于非接触式直接测量，对输运带机械结构的稳定性要求较低，结构简单，测量的稳定性高；本装置通过 CCD 摄像头拍摄物料截面的轮廓，可以实时测量物料的堆积体积；同时，由于可以选择使用 γ 射线放射源和 γ 射线探测装置，使本装置可以适用于物料堆积形状和堆积密度都变化较大的场合，并有较好的测量准确度；由于本装置具有输运带速度传感器，它可以适合速度不恒定的输运带的情况；此外， γ 射线放射源采用的是窄束输出的点放射源放射源的活度很小，易于屏蔽，辐射安全性好。本装置的以上优势，使之将在化工、冶金、矿业等方面有广泛的应用前景。

本领域技术人员应当理解，对上述本发明所公开的在线测量物料重量的装置，还可以在不脱离本发明内容的基础上作出各种改进。因此，本发明的保护范围应当由所附的权利要求书的内容确定。

权利要求书

1、一种在线测量物料重量的装置，包括：

一个发光单元，用于发出光束，以照在输运带上所传送的物料的表面，形成与该物料截面的上轮廓形状一样的亮线；

一个 CCD 摄像头，用于连续拍摄该物料截面上轮廓亮线的图像；

一个图像采集单元，与 CCD 摄像头连接，用于连续采集拍摄到的图像；和

一个中央处理单元，与图像采集单元相连，用于处理所采集到的图像信息，以计算得到该物料的重量。

2、如权利要求 1 所述的在线测量物料重量的装置，其中所述发光单元进一步包括：一个激光器和一个波束形成光学单元，其中该激光器所发出的光束在经由该波束形成光学单元后形成扇形面线光斑光束。

3、如权利要求 2 所述的在线测量物料重量的装置，其中：所述扇形面线光斑光束的宽度应大于输运带上物料的最大宽度。

4、如权利要求 1 所述的在线测量物料重量的装置，进一步包括一个速度传感器，该速度传感器与所述中央处理单元相连，用于测量输运带的速度。

5、如权利要求 4 所述的在线测量物料重量的装置，其中：所述速度传感器是安装在输运带传动轴上的霍尔器件。

6、如权利要求 1 所述的在线测量物料重量的装置，还包括：

一个 γ 射线源，位于输运带下方，用于产生对输运带上传送的物料进行透射的 γ 射线；

一个 γ 射线探测单元，用于对经过该物料所透射的 γ 射线进行检测，以得到 γ 射线信号；

一个 γ 射线信号处理单元，用于处理所述的 γ 射线信号；和

其中所述的中央处理单元，根据该已处理过的 γ 射线信号，计算出该物料的堆积密度，从而计算出物料的重量。

7、如权利要求 6 所述的在线测量物料重量的装置，其中所述的 γ 射线探测单元进一步包括：

一个闪烁晶体，用于接收所述透射的 γ 射线，并在 γ 射线的激发下产生相应的光信号；

一个光电倍增管，用于将来自该闪烁晶体的光信号转换为电信号；和

前置放大电路，用于将该光电倍增管得到的电信号在放大处理后，提供给所述的 γ 射线信号处理单元。

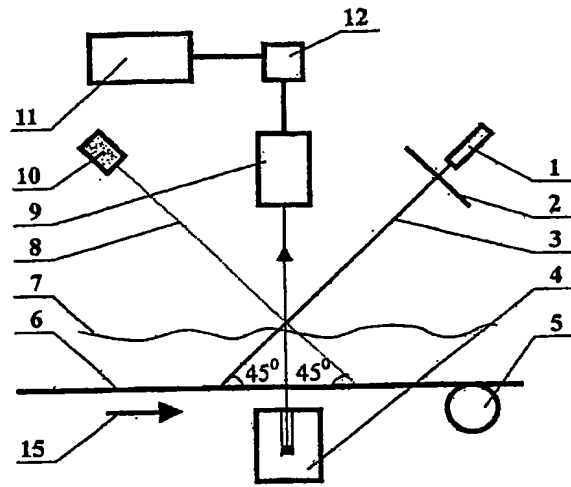


图1

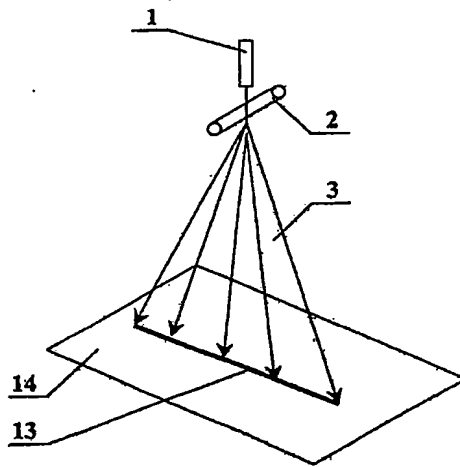


图2

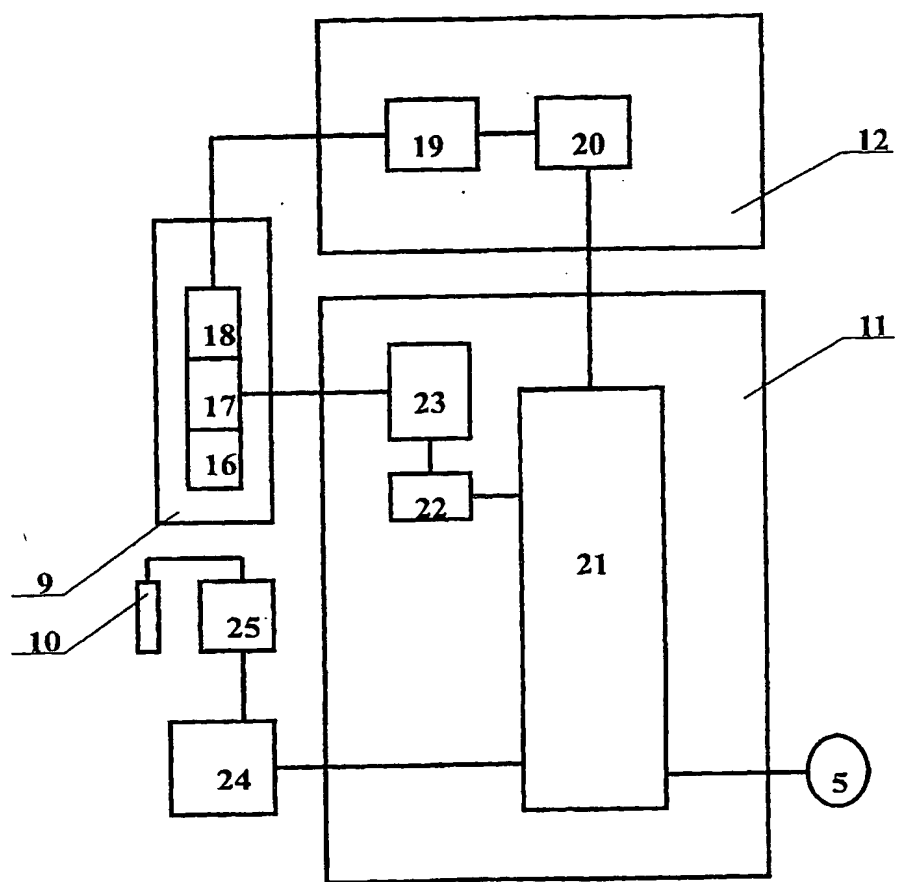


图 3